

## 明 細 書

### 片面鏡面ウェーハの製造方法

#### 技術分野

- [0001] この発明は片面鏡面ウェーハの製造方法、詳しくは高平坦度で、しかも表裏両面の識別が可能な片面鏡面ウェーハの製造方法に関する。

#### 背景技術

- [0002] シリコンウェーハの製造においては、インゴットをスライスしてシリコンウェーハを作製後、シリコンウェーハに対して面取り、ラッピング、酸エッチング、鏡面研磨の各工程が順次施される。

酸エッチング工程では、ラッピング直後のシリコンウェーハを高いエッチレート of 拡散律速系の混酸、具体的には $\text{HF}/\text{HNO}_3$ 系の混酸に浸漬し、ラッピング加工での歪み、面取りでの歪みを除去している。酸エッチングはシリコンウェーハとの反応性が高く、エッチング速度が速いという利点を有する。しかしながら、エッチング中にウェーハの面から多量の気泡が発生し、その影響でシリコンウェーハの表裏両面に、周期10mm程度、高さ数十～数百nm程度のうねりが生じる。その結果、ウェーハ表面の平坦度もしくはウェーハ表面のナノポグラフィがそれぞれ低下していた。

- [0003] ところで、デバイス工程中のフォトリソグラフィ工程において、ウェーハ保持板にシリコンウェーハを吸着すると、ウェーハ裏面のうねりが、研磨により鏡面に仕上げられたウェーハ表面に転写される現象が起きる。これにより、露光の解像度が低下し、デバイスの歩留りが低下していた。

そこで、このような転写現象を抑える従来法として、例えば特許文献1に示す「半導体ウェーハの製造方法」が知られている。

- [0004] この従来法では、ラッピングされたシリコンウェーハのエッチングを、それまでの酸エッチングから、アルカリ性エッチング液によるアルカリエッチングに変更した。これにより、酸エッチング時に発生するうねりが解消された。しかも、鏡面研磨に代えてウェーハの表面を鏡面研磨すると同時に、エッチング工程でウェーハの裏面に形成された凹凸を軽く研磨する両面研磨を採用した。さらに、前記アルカリエッチング工程から

両面研磨工程までの間に、シリコンウェーハの表面を研削するようにした。これにより、両面研磨前にウェーハ表面の粗さが小さくなり、さらに高平坦化することが可能になるとともに、両面研磨時の研磨量を低減することができた。アルカリエッチングによれば、シリコンウェーハの表裏両面に縦横が10〜20  $\mu$  mの範囲で、高低差が約2  $\mu$  mの凹凸が発生してしまう。これらの凹凸は、これまで研削により除去していた。

[0005] 特許文献1: 日本国特開2002-25950号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、前記特許文献1を含むこれまでの片面鏡面ウェーハの製造方法にあつては、エッチング工程で、酸エッチングまたはアルカリエッチングの何れかが単独で実施されていた。その結果、上述した酸エッチングに起因したウェーハ表裏両面のうねりなどの課題、および、アルカリエッチングに起因したウェーハ表裏両面の凹凸の課題が発生していた。これらが、片面鏡面ウェーハをさらに高平坦度にする際の障害となっていた。

[0007] この発明は、高平坦度で、しかもウェーハ表裏両面の識別力を有している片面鏡面ウェーハの製造方法を提供することを、その目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 第1の発明は、ラッピング後の半導体ウェーハの表面を研削する研削工程と、この研削された半導体ウェーハをエッチングするエッチング工程と、このエッチングされた半導体ウェーハの表面を鏡面研磨すると同時に、エッチングされた半導体ウェーハの裏面を軽く研磨する両面研磨工程とを備え、前記エッチング工程が、酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で施す複合エッチングである片面鏡面ウェーハの製造方法である。

[0009] 第1の発明によれば、ラッピングされた半導体ウェーハの表面を研削する。これにより、ラッピング時にウェーハ表面に形成された加工ダメージが除去され、ウェーハ表面の平坦性が高まる。エッチング後のウェーハ表面の平坦性は、エッチング直前のウェーハ表面の平坦性に大きく影響する。これは、エッチングがウェーハの表裏両面に沿って半導体を溶解することに因る。

次に、半導体ウェーハに対して酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で行う複合エッチングを施す。その後、半導体ウェーハに両面研磨を施してウェーハ表面を鏡面研磨すると同時に、ウェーハ裏面を軽く研磨する。これにより、表裏両面の識別力を有した片面鏡面ウェーハを得ることができる。

このように、エッチング工程を、酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で施す複合エッチングとしたので、半導体ウェーハに単なる酸エッチングまたはアルカリエッチングを施した場合に比べて、ウェーハ表面の平坦度が高い片面鏡面ウェーハを製造することができる。

[0010] 半導体ウェーハとしては、例えばシリコンウェーハ、ガリウムヒ素ウェーハなどを採用することができる。

片面鏡面ウェーハとは、デバイスが形成される片面(表面)が、研磨により鏡面に仕上げられた半導体ウェーハをいう。

研削工程では、ラッピング後の半導体ウェーハの表面に低ダメージの研削を行う。ここでの研削は、仕上げ研削だけでもよいし、比較的粗く半導体ウェーハの表面を研削する1次研削と、前記仕上げ研削との組み合わせでもよい。さらに、1次研削と仕上げ研削との間に、半導体ウェーハに対する2次研削または3次研削を行なってもよい。

半導体ウェーハの研削量は10〜20  $\mu\text{m}$ である。仕上げ用の研削装置に組み込まれた研削砥石としては、例えばレジノイド研削砥石、メタルボンド研削砥石でもよい。ただし、仕上げ研削工程では、半導体ウェーハの表面があれにくく、非ダメージ面でも研削可能な高番手の研削砥石を採用した方が好ましい。具体例を挙げれば、#1000〜#8000のレジノイド研削砥石、好ましくは#2000〜#4000のレジノイド研削砥石である。

[0011] 研削装置としては、例えば、下定盤とこれより上方に配置される研削ヘッドとを備えたものを採用することができる。半導体ウェーハは、例えば真空吸着によって下定盤の上面に固定される。研削ヘッドの下面の外周部には、例えば環状の研削砥石が固定されている。研削砥石としては、多数個のレジノイド研削砥石製の研削チップを環状に組み合わせたものなどを採用することができる。

このとき、下定盤の回転速度は30〜50rpm、研削ヘッドの回転速度は5000〜7000rpmである。研削液としては、超純水などを採用することができる。研削量は10〜20  $\mu\text{m}$  である。研削時に発生する加工ダメージ層(研削痕)の厚さは1〜3  $\mu\text{m}$  である。ダメージが大きければ、後の両面研磨におけるウェーハ表面の研磨量が増える。

- [0012] ここでいうエッチングとは、ウェットエッチングである。ウェットエッチングには、酸エッチング、アルカリエッチングが挙げられる。酸エッチングでは、例えば $\text{HF}$ 、 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、リン酸の混酸液を使用することができる。また、アルカリエッチングでは、例えば $\text{NaOH}$ 、 $\text{KOH}$ 、アンモニアなどのアルカリエッチング液などを使用することができる。

エッチング量は、半導体ウェーハの片面で10〜15  $\mu\text{m}$  である。10  $\mu\text{m}$  未満では加工ひずみの除去不良が発生する。また、15  $\mu\text{m}$  を超えると平坦度の劣化不良が発生する。

エッチングには、エッチング槽が使用される。エッチング槽は、半導体ウェーハを1枚ずつ処理する枚葉式のものでもよい。また、複数枚の半導体ウェーハをまとめて処理するバッチ式でもよい。

エッチング槽の素材としては、例えば石英ガラス、パイレックス(登録商標)ガラス、ポリプロピレン、PTFE、PFAなど、エッチング液への耐薬品性を有した素材を採用することができる。エッチング槽の形状、大きさなどは限定されない。例えば、その形状は角型槽、丸型槽などでもよい。バッチ式のエッチング槽の大きさは、取り扱われる最大口径の半導体ウェーハ用のウェーハカセットを収納可能な大きさが必要である。

- [0013] 半導体ウェーハは、ウェーハ中心線を中心にして回転させながらエッチングする。例えば、半導体ウェーハの複数枚をウェーハカセットに収納した状態で回転させる。半導体ウェーハを回転させることで、ウェーハ面内のエッチング量が均一化される。半導体ウェーハの回転速度は、例えば5〜50rpmである。

ウェーハカセットの保持構造は限定されない。例えば、ウェーハカセットの両側の脚部の下端部を掛止する構造を採用することができる。また、ウェーハカセットの両側の脚部の中央部または上部を掛止する構造を採用してもよい。ここでいう掛止とは、例

例えば凹部と凸部との合致による掛止、把持手段によるクランプなどをいう。

回転部材の使用本数は限定されない。1本または2本以上でもよい。

ウェーハ回転手段の構成は限定されない。少なくとも回転部材とそれを回転させる駆動部とが必要である。

ウェーハカセットおよび回転部材の素材は限定されない。使用されるエッチング液に耐薬品性を有する素材が適宜選択される。例えば、アルカリ性エッチング液の場合には、耐アルカリ性の合成樹脂、例えばポリテトラフルオロエチレン(商品名テフロン(登録商標):dupon社製)、ポリプロピレンなどを採用することができる。

- [0014] 研磨時に利用される両面研磨装置としては、例えばサンギヤを有する遊星歯車式両面研磨装置、無サンギヤ式両面研磨装置などを採用することができる。遊星歯車式両面研磨装置とは、平行配置された上定盤と下定盤との間に、小径なサンギヤと大径なインターナルギヤとを互いの軸線を一致させて配置し、半導体ウェーハを保持するウェーハ保持孔が形成されたキャリアプレートの外ギヤを、サンギヤとインターナルギヤとにそれぞれ噛み合わせた遊星歯車タイプの両面研磨装置である。

また、無サンギヤ式両面研磨では、キャリアプレート上のウェーハ保持孔内に半導体ウェーハを保持し、研磨剤を供給しながら、研磨布が貼着された上定盤および研磨布が貼着された下定盤の間で、キャリアプレートの表面と平行な面内でキャリアプレートに自転を伴わない円運動をさせる。ここでいう、自転を伴わない円運動とは、キャリアプレートが上定盤および下定盤の回転軸から所定距離だけ偏心した状態を、常時、維持して旋回する円運動をいう。この運動によって、キャリアプレート上の全ての点は、同じ大きさの小円の軌跡を描くことになる。

- [0015] キャリアプレートに形成されるウェーハ保持孔の個数は、1個(枚葉式)でもよいし、複数個でもよい。ウェーハ保持孔の大きさは、研磨される半導体ウェーハの大きさにより、任意に変更される。

研磨布の種類および材質は限定されない。例えば、不織布にウレタン樹脂を含浸・硬化させた不織布パッド、発泡したウレタンのブロックをスライスした発泡性ウレタンパッドなどを採用することができる。その他、ポリエステルフェルトにポリウレタンが含浸された基材の表面に発泡ポリウレタンを積層し、ポリウレタンの表層部分を除去して発

泡層に開口部を形成したスエードパッドでもよい。

研磨剤としては、例えばpHが9〜11のアルカリ性エッチング液に、平均粒径0.1〜0.02  $\mu\text{m}$ のコロイダルシリカ砥粒(研磨砥粒)を分散させたものでもよい。また、酸性エッチング液に研磨砥粒を分散させたものでもよい。研磨剤の供給量は、半導体ウェーハの大きさなどにより異なる。例えば、1.0〜2.0リットル/分である。

[0016] 遊星歯車式両面研磨装置による研磨時には、サンギヤとインターナルギヤとの間に、キャリアプレートを自転自在および公転自在に配置し、キャリアプレートのウェーハ保持孔内に保持された半導体ウェーハに対して、対向面に研磨布がそれぞれ貼着された上定盤と下定盤とを押し付けながら摺接することで、半導体ウェーハの両面(表裏面)を同時に研磨する。

また、無サンギヤ式両面研磨装置による研磨時には、上定盤および下定盤の間で半導体ウェーハを保持し、この状態を維持したまま、キャリアプレートをこのプレートの自転を伴わない円運動をさせて両面研磨する。自転しない円運動によれば、キャリアプレート上の全ての点がまったく同じ運動をする。これは、一種の揺動運動ともいえる。すなわち、揺動運動の軌跡が円になると考えることもできる。このようなキャリアプレートの運動により、研磨中、半導体ウェーハはウェーハ保持孔内で旋回しながら研磨される。

[0017] 半導体ウェーハの裏面を軽く研磨するとは、アルカリエッチングによって半導体ウェーハの裏面に形成された凹凸を軽度(程度)に研磨し、その凹凸の一部を取り除くことで、ウェーハ裏面の光沢度を調整することを意味する。両面研磨での研磨量はウェーハ表面(鏡面)が6〜10  $\mu\text{m}$ 、ウェーハ裏面が2〜6  $\mu\text{m}$ である。研磨後、ウェーハ表面側の加工ダメージ層の厚さは5〜10  $\mu\text{m}$ 、ウェーハ裏面側の場合では10〜20  $\mu\text{m}$ である。このように、ウェーハ表面の研磨量を6〜10  $\mu\text{m}$ 、ウェーハ裏面の研磨量を2〜6  $\mu\text{m}$ とすることで、光センサによりウェーハ表裏面の輝度(光沢度)に基づき、半導体ウェーハの表面と裏面とを識別することができる。ウェーハ裏面の光沢度は、日本電色社製の光沢度測定器による光沢度の測定で、200%(390%以上が鏡面)以下である。

両面研磨装置を使用して半導体ウェーハの表面を鏡面化すると同時に、半導体ウ

ウェーハの裏面を半鏡面加工する方法は限定されない。例えば、ウェーハ表面用の研磨布によるウェーハ表面の研磨速度と、ウェーハ裏面用の研磨布によるウェーハ裏面の研磨速度とを異ならせる方法などでもよい。

半導体ウェーハに対して、酸エッチングとアルカリエッチングとを施す順序は限定されない。また、酸エッチングとアルカリエッチングとを施す回数も限定されない。酸エッチングの直後およびアルカリエッチングの直後には、超純水によるリンス工程をそれぞれ施した方が好ましい。

- [0018] 第2の発明は、第1の発明にあつて、前記複合エッチングでは、半導体ウェーハに対して、次の何れかのエッチングを施す片面鏡面ウェーハの製造方法である。(1) 半導体ウェーハを酸エッチング後、この半導体ウェーハにアルカリエッチングを施す。(2) 半導体ウェーハに、第1の酸性エッチング液による第1の酸エッチングを行った後、この半導体ウェーハに第2の酸性エッチング液を使用する第2の酸エッチングを施し、次にこの半導体ウェーハにアルカリエッチングを施す。(3) 半導体ウェーハをアルカリエッチング後、この半導体ウェーハに酸エッチングを施す。(4) 半導体ウェーハに第1の酸性エッチング液による第1の酸エッチングを行った後、この半導体ウェーハにアルカリエッチングを施し、次にこの半導体ウェーハに第2の酸性エッチング液による第2の酸エッチングを施す。

- [0019] 特に、第2の発明によれば、(1) 半導体ウェーハの酸エッチング後、この半導体ウェーハをアルカリエッチングする場合には、酸エッチングにより半導体ウェーハの外周形状の制御が容易となり、片面鏡面ウェーハの高平坦化に有利となる。

(2) 半導体ウェーハに、第1の酸性エッチング液による第1の酸エッチングを行った後、この半導体ウェーハに第2の酸性エッチング液を使用する第2の酸エッチングを施し、次にこの半導体ウェーハをアルカリエッチングする場合には、酸エッチングにより半導体ウェーハの外周形状の制御が容易で、片面鏡面ウェーハの高い平坦化に有利となる。しかも、酸エッチングを2回に分けて施すことで、ラッピング後の半導体ウェーハの平坦度を低下させずに酸エッチングのエッチング量を増加させることができ、片面鏡面ウェーハの表面粗さの低減を図ることができる。

(3) 半導体ウェーハをアルカリエッチング後、この半導体ウェーハを酸エッチングす

る場合には、アルカリエッチングのエッチング量と酸エッチングのエッチング量との比が3:2のとき、ウェーハ表面の粗さを顕著に低減させることができる。半導体ウェーハの表面には、ラップ加工および研削加工などの機械加工によるダメージ層(加工変質層)が存在する。ダメージ層は、半導体ウェーハの面内でそのダメージの大きさ(程度)が部分的に異なり、より大きいダメージ部分をアルカリエッチングの異方性(選択性)を利用して選択的にエッチングする。これにより、半導体ウェーハの表面が、“ある程度”滑らかな状態に整えられ、その後、等方性の高い酸エッチング処理を組み合わせることで、半導体ウェーハの表面粗さを顕著に低減させることができる。

(4) 半導体ウェーハに第1の酸性エッチング液による第1の酸エッチングを行った後、この半導体ウェーハにアルカリエッチングを施し、次にこの半導体ウェーハに第2の酸性エッチング液による第2の酸エッチングを施す場合には、酸エッチングとアルカリエッチングとの両方の利点を有する。しかも、アルカリエッチング後の半導体ウェーハに第2の酸エッチングが施されるので、アルカリエッチング時に半導体ウェーハに付着した金属不純物を除去する洗浄効果も得られる。

[0020] (1) の場合、酸エッチング時の半導体ウェーハのエッチング量は $15\mu\text{m}$ 以下、アルカリエッチング時の半導体ウェーハのエッチング量は $10\sim 15\mu\text{m}$ である。また、(2) の場合、第1の酸エッチング時および第2の酸エッチング時の半導体ウェーハのエッチング量はそれぞれ $20\mu\text{m}$ 以下、アルカリエッチング時の半導体ウェーハのエッチング量は $5\sim 10\mu\text{m}$ である。さらに、(3) の場合、アルカリエッチング時の半導体ウェーハのエッチング量は $15\mu\text{m}$ 以下、酸エッチング時の半導体ウェーハのエッチング量は $20\mu\text{m}$ 以下である。そして、(4) の場合、第1の酸エッチング時および続くアルカリエッチング時における半導体ウェーハのエッチング量は $10\mu\text{m}$ 以下、第2の酸エッチング時の半導体ウェーハのエッチング量は $5\mu\text{m}$ 以下である。

(2) , (4) の各複合エッチングで使用される第1の酸性エッチング液と第2の酸性エッチング液とは、成分、濃度などが異なればよい。

## 発明の効果

[0021] 第1の発明によれば、両面研磨工程として、ウェーハ表面を鏡面研磨すると同時に、ウェーハ裏面を軽く研磨する工程を採用するとともに、エッチング工程として、半導



体ウェーハに対して、酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で行う複合エッチングを採用したので、表裏両面の識別力を有するとともに、半導体ウェーハに単なる酸エッチングまたはアルカリエッチングを施す場合に比べて、より高平坦度な片面鏡面ウェーハを製造することができる。また、研磨工程として両面研磨を採用したので、両面同時処理による工程の簡略化が可能となる。

[0022] 特に、第2の発明によれば、(1) 半導体ウェーハに対して酸エッチング後、アルカリエッチングする場合では、酸エッチングにより半導体ウェーハの外周形状の制御が容易となり、片面鏡面ウェーハの高平坦化に有利とすることができる。

(2) 半導体ウェーハに対して第1の酸エッチング後、別の酸性エッチング液を使用する第2の酸エッチングを施し、次にアルカリエッチングする場合では、酸エッチングにより半導体ウェーハの外周形状の制御が容易で、片面鏡面ウェーハの高平坦化に有利とすることができる。しかも、酸エッチングを2回に分けたので、ラッピング後の半導体ウェーハの平坦度を低下させず、酸エッチングのエッチング量を増加させることができ、表面粗さの低減を図ることができる。

[0023] (3) 半導体ウェーハに対してアルカリエッチング後、酸エッチングする場合では、アルカリエッチングのエッチング量と酸エッチングのエッチング量との比が3:2のとき、ウェーハ表面の粗さを顕著に低減させることができる。

(4) 半導体ウェーハに対して第1の酸エッチング後、アルカリエッチングを施し、次に別の酸性エッチング液により第2の酸エッチングする場合においては、酸エッチングとアルカリエッチングとの両方の利点を有している。しかも、半導体ウェーハに対してアルカリエッチング後に酸エッチングを施すので、アルカリエッチング時にウェーハに付着した金属不純物などを除去する洗浄効果も得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

[0024] [図1]この発明の実施例1に係る片面鏡面ウェーハの製造方法を示すフローシートである。

[図2]この発明の実施例1に係る片面鏡面ウェーハの製造方法に用いられる研削装置の斜視図である。

[図3]この発明の実施例1に係る片面鏡面ウェーハの製造方法に用いられるエッチン

グ装置の縦断面図である。

[図4]この発明の実施例1に係る片面鏡面ウェーハの製造方法に用いられる遊星歯車式両面研磨装置の要部平面図である。

[図5]この発明の実施例1に係る片面鏡面ウェーハの製造方法に用いられる遊星歯車式両面研磨装置の要部拡大断面図である。

[図6]この発明の実施例1に係る片面鏡面ウェーハの製造方法に用いられる無サンギヤ式両面研磨装置の全体斜視図である。

[図7]この発明の実施例1に係る無サンギヤ式両面研磨装置によるウェーハ両面研磨中の縦断面図である。

[図8]無サンギヤ式両面研磨装置による両面研磨中の状態を示す要部拡大断面図である。

[図9]無サンギヤ式両面研磨装置による片面研磨中の状態を示す要部拡大断面図である。

[図10]無サンギヤ式両面研磨装置の概略平面図である。

[図11]無サンギヤ式両面研磨装置のキャリヤプレートに運動力を伝達する運動力伝達系の要部拡大断面図である。

[図12]無サンギヤ式両面研磨装置における研磨剤供給孔の位置を示す要部拡大断面図である。

[図13]無サンギヤ式両面研磨装置における研磨剤供給孔の位置を示す要部平面図である。

## 符号の説明

- [0025] 10 無サンギヤ式両面研磨装置、  
100 遊星歯車式両面研磨装置、  
W シリコンウェーハ(半導体ウェーハ)。

## 発明を実施するための最良の形態

- [0026] 以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。

### 実施例 1

- [0027] 図1に示すように、この実施例1にあつては、スライス、面取り、ラッピング、研削、複

合エッチング、両面研磨、仕上げ洗浄の各工程を順に経て、片面鏡面ウェーハが作製される。以下、各工程を詳細に説明する。

CZ(チョクラルスキー)法により引き上げられた単結晶シリコンインゴットは、スライス工程(S101)で、厚さ730 $\mu$ m程度の直径300mmのシリコンウェーハ(半導体ウェーハ)にスライスされる。

次に、シリコンウェーハに面取り(S102)が施される。すなわち、シリコンウェーハの外周部が#600〜#1500のメタル面取り用砥石により、所定の形状にあらく面取りされる。これにより、シリコンウェーハの外周部は、所定の丸みを帯びた形状(例えばMOS型の面取り形状)に付形される。

[0028] 次いで、面取りされたシリコンウェーハは、ラッピング工程(S103)でラッピングされる。ラッピング工程では、シリコンウェーハを、互いに平行な上下1対のラッピング定盤の間に配置し、ラッピング定盤とシリコンウェーハとの間に、アルミナ砥粒と分散剤と水の混合物であるラッピング液を流し込む。そして、所定の加圧下で両ラッピング定盤を回転し、両ラッピング定盤とシリコンウェーハの表裏両面とをすり合わせることで、ウェーハ表裏両面をラッピングする。ラッピング量は、ウェーハの表裏両面を合わせて40〜80 $\mu$ m程度である。

[0029] 続いて、ラッピングされたシリコンウェーハの表面を、図2に示す表面研削装置を用いて研削する(S104)。

表面研削装置50は、主に下定盤51と、その上方に配置される研削ヘッド52とを備えている。シリコンウェーハWは、下定盤51の上面に真空吸着される。研削ヘッド52の下面の外周部には、環状の研削砥石53が固定されている。研削砥石53は、多数個のレジノイド研削砥石製の研削チップ53aを、環状に配設したものである。レジノイド研削砥石の砥粒の番手は、#4000である。研削ヘッド52を6000rpmで回転させながら、研削ヘッド52を0.3 $\mu$ m/秒で徐々に下降させ、下定盤51上のシリコンウェーハWの表面を研削ヘッド52により研削する。このとき、下定盤51の回転速度は40rpmである。

このように、ラッピング後のシリコンウェーハWの表面を研削するので、ラッピング時にウェーハ表面に形成された加工ダメージが除去され、ウェーハ表面の平坦性が高

まる。

[0030] 次に、研削後のシリコンウェーハWに、酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で施す複合エッチングを行う(S105)。ここでは、次の4種類のうち、何れかを選択する。すなわち、(1) シリコンウェーハWに対して、酸エッチング後、アルカリエッチングするか、(2) シリコンウェーハWに対して、第1の酸エッチング後、別の酸性エッチング液を使用する第2の酸エッチングを施し、次にアルカリエッチングするか、(3) シリコンウェーハWに対して、アルカリエッチング後、酸エッチングするか、(4) シリコンウェーハWに対して、第1の酸エッチング後、アルカリエッチングを施し、その後、別の酸性エッチング液により第2の酸エッチングする。

[0031] まず、エッチング装置を説明する。図3において、60は実施例1に係るエッチング装置を示している。エッチング装置60は、シリコンウェーハWに対する酸性エッチング用とアルカリエッチング用の2台が使用される。各エッチング装置60は、矩形状のエッチング槽61と、エッチング槽61の底部に設けられ、多数枚のシリコンウェーハWが収納されたウェーハカセット68を保持する一対の離間したカセット保持体69と、カセット保持体69間に設けられ、ウェーハカセット68内のシリコンウェーハWをそれぞれの中心線周りに垂直面内で回転させる一対の回転棒70、70と、一方の回転棒70を軸線を中心にして回転させる回転モータMと、エッチング槽61の周側面の全体を被って、槽内のエッチング液を間接的に昇温させる温純水(加熱媒体)を貯留するジャケット62と、エッチング槽61の底面に設けられ、槽内のエッチング液を間接的に攪拌する超音波振動子63と、ジャケット62に両端部を連結(連通するように接続)されて、いったん、温純水をエッチング槽61から離間した位置まで導出し、その後、再びジャケット62に戻す熱媒循環路64と、熱媒循環路64に設けられた温純水の循環ポンプ65と、エッチング槽61から離間した熱媒循環路64の途中に外設され、熱媒循環路64を流れる温純水を昇温させる電熱ヒータ(昇温手段)66とをそれぞれ備えている。

[0032] エッチング槽61は、酸性エッチング液およびアルカリ性エッチング液に対しての耐薬品性を有する商品名:テフロン(登録商標)製である。内容量は20リットルである。

エッチング槽61の開口部からエッチング液中に、多数枚のシリコンウェーハWが挿填されたウェーハケース68が沈められる。

上記ジャケット62は、平面視してドーナツ型のテフロン(登録商標)製の槽である。ジャケット62の上面は開口されている。また、ジャケット62の底面には、熱媒循環路64の一端が連結されている。熱媒循環路64は、全長約3mのPPA製の管体である。

循環ポンプ65は、15リットル／分の速度で温純水を圧送するポンプで、ジャケット62の一端部付近に設けられている。

電熱ヒータ66は、熱媒循環路64の、エッチング槽61から1mだけ離間した位置に設けられている。なお、電熱ヒータ66が設置されている空間の雰囲気は、エッチング槽61の雰囲気から隔離壁67により遮断されている。

[0033] 次に、図3に示すように、各エッチング装置60によるシリコンウェーハWのエッチング時には、多数枚のシリコンウェーハWが挿填されたウェーハケース68を、エッチング槽61に貯留されたエッチング液中に浸漬する。そして、エッチング液を所定温度に保つとともに、回転モータMにより各シリコンウェーハWをウェーハ中心線周りにそれぞれ回転させながら、各シリコンウェーハWに対して酸エッチングまたはアルカリエッチングを行う。

その際、エッチング液は所定温度に維持する必要がある。そのため、エッチング中、常時、温純水を昇温しながら循環させている。すなわち、循環ポンプ65を作動させ、ジャケット62内の温純水をいったんジャケット62から熱媒循環路64に流入させる。その後、流入された温純水は、循環路途中の電熱ヒータ66によって昇温され、再びジャケット62に戻される。この戻された温純水の熱によって、エッチング槽61のエッチング液が昇温される。こうして、エッチング液の液温が安定化する。

[0034] 以下、両エッチング装置60を用いた具体的な複合エッチング工程を説明する。(1) , (3) の酸エッチング時、および、(2) , (4) の第1の酸エッチング時には、低エッチレート反応律速系の酸性エッチング液、例えば $\text{HF}/\text{HNO}_3$ 系の混酸(第1の酸性エッチング液)を使用する。また、(2) , (4) の第2の酸エッチング時には、拡散律速系の酸性エッチング液、例えば、 $\text{HF}/\text{HNO}_3$ 系の混酸、 $\text{HF}/\text{HNO}_3/\text{CO}_3\text{COOH}$ 系の混酸或いは $\text{HF}/\text{HNO}_3$ 系の混酸(第2の酸性エッチング液)を使用する。アルカリ性エッチング液としては、濃度45〜55wt%のNaOH溶液を使用する。何れの場合も、シリコンウェーハWを所定温度のエッチング液中に所定時間、浸漬する。

(1) の場合、酸エッチング時のエッチング量は $5\sim 10\mu\text{m}$ 、アルカリエッチング時のエッチング量は $10\sim 15\mu\text{m}$ である。また、(2) の場合、第1の酸エッチング時のエッチング量は $5\sim 10\mu\text{m}$ 、第2の酸エッチング時のエッチング量は $5\mu\text{m}$ 、アルカリエッチング時のエッチング量は $10\mu\text{m}$ である。さらに、(3) の場合、アルカリエッチング時のエッチング量は $15\mu\text{m}$ 、酸エッチング時のエッチング量は $10\mu\text{m}$ である。そして、(4) の場合、第1の酸エッチング時のエッチング量は $5\sim 10\mu\text{m}$ 、アルカリエッチング時のエッチング量は $10\mu\text{m}$ 、第2の酸エッチング時のエッチング量は $5\mu\text{m}$ である。

[0035] このように、(1) シリコンウェーハWに対して酸エッチング後、アルカリエッチングするようにしたので、酸エッチングによりシリコンウェーハWの外周形状の制御が容易となり、片面鏡面ウェーハの高平坦化に有利となる。また、(2) シリコンウェーハWに対して第1の酸エッチング後、第2の酸エッチングを施し、次にアルカリエッチングするようにしたので、酸エッチングによりシリコンウェーハWの外周形状の制御が容易で、片面鏡面ウェーハの高平坦化に有利となる。しかも、酸エッチングを2回に分けて施すことで、ラッピング後のシリコンウェーハWの平坦度を低下させずに酸エッチングのエッチング量を増加させることができ、表面粗さの低減を図ることができる。

さらに、(3) シリコンウェーハWに対してアルカリエッチング後、酸エッチングする場合には、アルカリエッチングのエッチング量と酸エッチングのエッチング量との比が3:2のとき、シリコンウェーハWの表面の粗さを顕著に低減させることができる。

[0036] (4) シリコンウェーハWに対して第1の酸エッチング後、アルカリエッチングを施し、その後、第2の酸エッチングした場合には、酸エッチングとアルカリエッチングとの両方の利点を有する。しかも、シリコンウェーハWに対してアルカリエッチング後に酸エッチングが施されるので、アルカリエッチング時にシリコンウェーハWに付着した金属不純物を除去する洗浄効果も得られる。

実施例1では、エッチング工程を、シリコンウェーハWに酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で施す複合エッチングとしたので、シリコンウェーハWに対して単なる酸エッチングまたはアルカリエッチングを施す場合よりも高い平坦度を有する片面鏡面ウェーハを製造することができる。

[0037] 次に、複合エッチング後のシリコンウェーハWに、両面研磨が施される(S106)。

ここでも、次の4種類のうち、何れかを選択する。すなわち、(1) シリコンウェーハWの表面を $8\mu\text{m}$ 研磨すると同時に、シリコンウェーハWの裏面を $4\mu\text{m}$ 研磨するか、(2) サンギヤを有する遊星歯車式両面研磨装置によりシリコンウェーハWの表裏両面をそれぞれ $4\mu\text{m}$ 研磨後、無サンギヤ式の両面研磨装置によりシリコンウェーハWの表面を $4\mu\text{m}$ 研磨するか、(3) サンギヤを有しない無サンギヤ式両面研磨装置によりシリコンウェーハWの表面を $4\mu\text{m}$ 研磨後、前記遊星歯車式両面研磨装置によりシリコンウェーハWの表裏両面をそれぞれ $4\mu\text{m}$ 研磨するか、(4) 片面研磨装置によりシリコンウェーハWの表面を $4\mu\text{m}$ 研磨後、シリコンウェーハWの表裏両面をそれぞれ $4\mu\text{m}$ 研磨する。研磨工程として両面研磨を採用したので、両面同時処理による工程の簡略化が可能となる。この両面研磨は、シリコンウェーハWのより高い平坦化(超高平坦化)に有利である。もちろん、各エッチング後はシリコンウェーハWに対して、純水による洗浄を施す。

[0038] ここで、両面研磨工程で使用される3種類の研磨装置を説明する。

まず、図4および図5を参照して遊星歯車式両面研磨装置を説明する。図4および図5において、100は遊星歯車式両面研磨装置である。遊星歯車式両面研磨装置100によれば、キャリアプレート110に複数形成されたウェーハ保持孔120内にシリコンウェーハWを挿入して保持し、その上方から研磨砥粒を含む研磨剤をシリコンウェーハWに供給しながら、各ウェーハWの両面を同時に研磨する。

すなわち、まず、回転自在に設けられた太陽ギヤ130とインターナルギヤ140との間に、外周部に外ギヤ110aを有するキャリアプレート110を自転自在および公転自在に設ける。それから、キャリアプレート110に保持されたシリコンウェーハWの表裏両面(上面および下面)を、それぞれの対向面に表面側研磨布150、裏面側研磨布160が貼着された上定盤170と下定盤180とにより、上下方向から押圧しながら摺接することで、シリコンウェーハWの両面を同時に研磨する。

[0039] なお、シリコンウェーハWの表面(鏡面)を研磨する表面側研磨布150としては、研磨剤の保持力が裏面側研磨布160より大きく、シリコンウェーハWの表面の研磨速度が、裏面側研磨布160によるシリコンウェーハWの裏面(半鏡面)の研磨速度より速くなる研磨布が採用されている。このように、表面側研磨布150と裏面側研磨布160と

して研磨剤の保持力に差が存在し、研磨速度が違う異なる素材の研磨布を採用したので、ウェーハの両面研磨時に、ウェーハ表面は鏡面仕上げられても、ウェーハ裏面は鏡面化されにくい。

実際、遊星歯車式両面研磨装置100による両面研磨後、シリコンウェーハWの表裏両面の光沢度を測定したところ、両面研磨後のウェーハ裏面は、日本電色社製の光沢度測定器による光沢度の測定で、平均200%(390%以上が鏡面)であった。一方、ウェーハ表面の光沢度は、平均390%であった。また、シリコンウェーハWの表面の平坦度においては、SBIRで平均0.2  $\mu$ m以下、GBIRで平均0.5  $\mu$ m以下であった。

[0040] 次に、図6ー図13を参照して無サンギヤ式両面研磨装置(DSPS)を説明する。

図6および図7において、10は無サンギヤ式両面研磨装置である。具体的には、不二越株式会社製の両面研磨装置(LPD300)が採用されている。

無サンギヤ式両面研磨装置10は、5個のウェーハ保持孔11aがプレート軸線回りに(円周方向に)72°ごとに穿設されたキャリヤプレート11と、キャリヤプレート11のそれぞれのウェーハ保持孔11aに旋回自在に挿入されて保持されたシリコンウェーハWを、上下から挟み込むとともに、シリコンウェーハWに対して相対的に移動させることでウェーハ面を研磨する上定盤12および下定盤13とを備えている。シリコンウェーハWの直径は300mmである。キャリヤプレート11は、平面視して円板形状のガラスエポキシ製で、キャリヤプレート11の厚さ(600  $\mu$ m)は、シリコンウェーハWの厚さ(730  $\mu$ m)よりも若干薄くなっている。

[0041] 図8に示すように、上定盤12の下面には、シリコンウェーハWの裏面を研磨する裏面側研磨布14として、Bellatrix VN573が貼着されている。また、下定盤13の上面には、シリコンウェーハWの表面を鏡面化する表面側研磨布15として、SUBA800が貼着されている。

なお、両研磨布14, 15に関して、研磨砥粒を含む研磨剤の保持力について言及すると、当然、軟らかい表面側研磨布15の方が、硬い裏面側研磨布14と比較して研磨剤の保持力は大きくなる。研磨剤の保持力が大きいほど、研磨砥粒が研磨作用面に多量に付着し、シリコンウェーハWの研磨速度は速くなる。



[0042] 図6および図7に示すように、上定盤12は、上方に延びた回転軸12aを介して、上側回転モータ16により水平面内で回転させられる。また、上定盤12は軸線方向へ進退させる昇降装置18により垂直方向に昇降させられる。昇降装置18は、シリコンウェーハWをキャリアプレート11に給排する際などに使用される。なお、上定盤12および下定盤13のシリコンウェーハWに対する上下(ウェーハ表裏面)方向からの押圧は、上定盤12および下定盤13に組み込まれた図示しないエアバック方式などの加圧手段により行われる。

下定盤13は、その出力軸17aを介して、下側回転モータ17により水平面内で回転させられる。キャリアプレート11は、そのプレート自体が自転しないように、キャリア円運動機構19によって、キャリアプレート11の面と平行な面(水平面)内で円運動する。次に、図6、図7、図10、図12および図13を参照して、キャリア円運動機構19を詳細に説明する。

[0043] これらの図に示すように、キャリア円運動機構19は、キャリアプレート11を外方から保持する環状のキャリアホルダ20を有している。キャリア円運動機構19の装置基体25とキャリアホルダ20とは、連結構造21を介して連結されている。連結構造21とは、キャリアプレート11を、キャリアプレート11が自転せず、しかもキャリアプレート11の熱膨張時の伸びを吸収できるように、キャリアホルダ20に連結させる手段である。

すなわち、連結構造21は、図11に示すように、キャリアホルダ20の内周フランジ20aに、キャリアホルダ周方向へ所定角度ごとに突設された多数本のピン23と、キャリアプレート11の外周部の各ピン23と対応する位置に対応する数だけ穿設された長孔形状のピン孔11bとを有している。

[0044] これらのピン孔11bは、ピン23を介して、キャリアホルダ20に連結されたキャリアプレート11が、このプレート半径方向へ若干移動できるように、ピン孔11bの長さ方向をプレート半径方向と合致させている。各ピン孔11bに対応するピン23を遊挿させてキャリアプレート11をキャリアホルダ20に装着することで、両面研磨時に発生した研磨熱による熱膨張を原因としたキャリアプレート11の半径方向の伸びが吸収される。なお、各ピン23の元部(下部)にはねじ部がそれぞれ形成されている。各ピン23は、自己のねじ部を介して、内周フランジ20aに形成された所定のねじ孔にそれぞれね

じ込まれている。また、各ピン23の元部の外ねじの直上部には、キャリヤプレート11が載置されるフランジ23aが周設されている。したがって、ピン23のねじ込み量を調整することで、フランジ23に載置されたキャリヤプレート11の高さ位置を調整することができる。

[0045] キャリヤホルダ20の外周部には、90° ごとに外方へ突出された4個の軸受部20bがそれぞれ設けられている。各軸受部20bには、小径円板形状の偏心アーム24の上面の偏心位置に突出された偏心軸24aがそれぞれ挿着されている。また、4個の偏心アーム24の各下面の中心部には、回転軸24bがそれぞれ下方に向かって突出させられている。各回転軸24bは、環状の装置基体25の周方向に90° ごと形成された4つの軸受部25aに、軸孔を介して、それぞれ回転自在に挿着されている。各回転軸24bの先端部は、対応する軸受け部25aの下方にそれぞれ突出し、各突出部分にはスプロケット26がそれぞれ固着されている。そして、各スプロケット26には、一連にタイミングチェーン27が水平状態で架け渡されている。なお、タイミングチェーン27をギヤ構造の動力伝達系に変更してもよい。4個のスプロケット26とタイミングチェーン27とは、4個の偏心アーム24が同期して円運動を行うように、4本の回転軸24bを同時に回転させる同期手段を構成している。

[0046] また、4本の回転軸24bのうち、1本の回転軸24bはさらに長尺である。長尺な回転軸24bの先端部が、スプロケット26より下方に突出している。この突出部分に動力伝達用のギヤ28が固着されている。ギヤ28は、円運動用モータ(ギヤドモータなど)29の上向きの出力軸に固着された大径な駆動用のギヤ30に噛み合っている。なお、タイミングチェーン27により4個の偏心アーム24を同期回転させなくても、例えば4個の偏心アーム24のそれぞれに円運動用モータ29を設け、各偏心アーム24を個別に回転させてもよい。ただし、この場合、各モータ29の回転は同期させる必要がある。

[0047] したがって、円運動用モータ29の出力軸を回転させると、その回転力は、ギヤ30、28および長尺な回転軸24bに固着されたスプロケット26を介してタイミングチェーン27に伝達され、タイミングチェーン27が回転する。これにより、他の3個のスプロケット26を介して、4個の偏心アーム24が同期して回転軸24bを中心に水平面内で回転する。これにより、各偏心軸24aに一括して連結されたキャリヤホルダ20、ひいてはキ

キャリアホルダ20に保持されたキャリアプレート11が、キャリアプレート11に平行な水平面内で、自転をともなわない円運動を行う。

すなわち、キャリアプレート11は上定盤12および下定盤13の軸線aから距離Lだけ偏心した状態を保って旋回する。距離Lは、偏心軸24aと回転軸24bとの最短距離と同じである。この自転をともなわない円運動により、キャリアプレート11上の全ての点は、同じ大きさの小円の軌跡を描く。

また、図12および図13には無サンギヤ式両面研磨装置10における研磨剤供給孔の位置を示す。例えば上定盤12に形成された複数の研磨剤供給孔は、各シリコンウェーハWの中心位置に配置されている。すなわち、研磨剤供給孔(SL)は、上定盤12の中心部、言い換えればキャリアプレート11の中心部に位置している。その結果、研磨中においてシリコンウェーハWの裏面には研磨剤による薄膜が常に保持されることとなる。

[0048] 次に、無サンギヤ式両面研磨装置10を用いたシリコンウェーハWの両面研磨方法を説明する。

まず、キャリアプレート11の各ウェーハ保持孔11aにそれぞれ旋回自在にシリコンウェーハWを挿入する。このとき、各ウェーハ裏面は上向きとする。次いで、この状態のまま、上定盤12と一体的に5rpmで回転中の裏面側研磨布14を、各シリコンウェーハWの裏面に $200\text{g}/\text{cm}^2$ でそれぞれ押し付ける。しかも、下定盤13と一体的に25rpmで回転中の表面側研磨布15を、各シリコンウェーハWの表面に $200\text{g}/\text{cm}^2$ でそれぞれ押し付ける。

[0049] その後、両研磨布14, 15をウェーハ表裏両面に押し付けたまま、上定盤12側から研磨剤を2リットル/分で供給しながら、円運動用モータ29によりタイミングチェーン27を周転させる。これにより、各偏心アーム24が水平面内で同期回転し、各偏心軸24aに一括して連結されたキャリアホルダ20およびキャリアプレート11が、キャリアプレート11の表面に平行な水平面内で、自転をともなわない円運動を24rpmで行う。その結果、各シリコンウェーハWは、対応するウェーハ保持孔11a内で水平面内で旋回しながら、各シリコンウェーハWの表裏両面が同時に研磨される。ここで使用される研磨剤は、デュポン社製のNA100である。具体的な成分は、環状系アミン、アルコ

ール系アミン、界面活性剤である。

このとき、上定盤12の裏面側研磨布14は、下定盤13の表面側研磨布15より硬い。そのため、シリコンウェーハWは、裏面の研磨量が表面の研磨量より少なくなる。その結果、シリコンウェーハWの表面が鏡面、シリコンウェーハWの裏面が半鏡面となる。

無サンギヤ式両面研磨装置10による片面研磨の場合には、上定盤12から裏面側研磨布14を除去して同様の操作を行う(図9)。

[0050] 次に、図示しないバッチ式の片面研磨装置を説明する。上面にシリコンウェーハの表面を研磨する研磨布が貼着された研磨定盤と、研磨定盤の上方に配置され、下面にキャリアプレートを通じて複数枚のシリコンウェーハがワックス貼着される研磨ヘッドとを有している。研磨時には、研磨定盤を高速回転させる。一方、研磨ヘッドを所定の回転速度で回転させる。この状態を保ちながら、研磨剤を所定の流量で研磨布上に供給し、シリコンウェーハの表面を研磨布に押し付け、研磨する。

その後、シリコンウェーハWに仕上げ洗浄工程(S107)を施す(図1)。具体的には、RCA系の洗浄とする。

[0051] この発明によれば、ラッピングされたシリコンウェーハWの表面を研削する。これにより、ラッピング時にウェーハ表面に形成された加工ダメージが除去され、ウェーハ表面の平坦性が高まる。次に、シリコンウェーハWに対して複合エッチングを施す。その後、両面研磨を行ってウェーハ表面を鏡面研磨すると同時に、ウェーハ裏面を軽く研磨する。これにより、表裏両面の識別力を有した片面鏡面ウェーハ(表面だけが鏡面仕上げのシリコンウェーハW)を得ることができる。

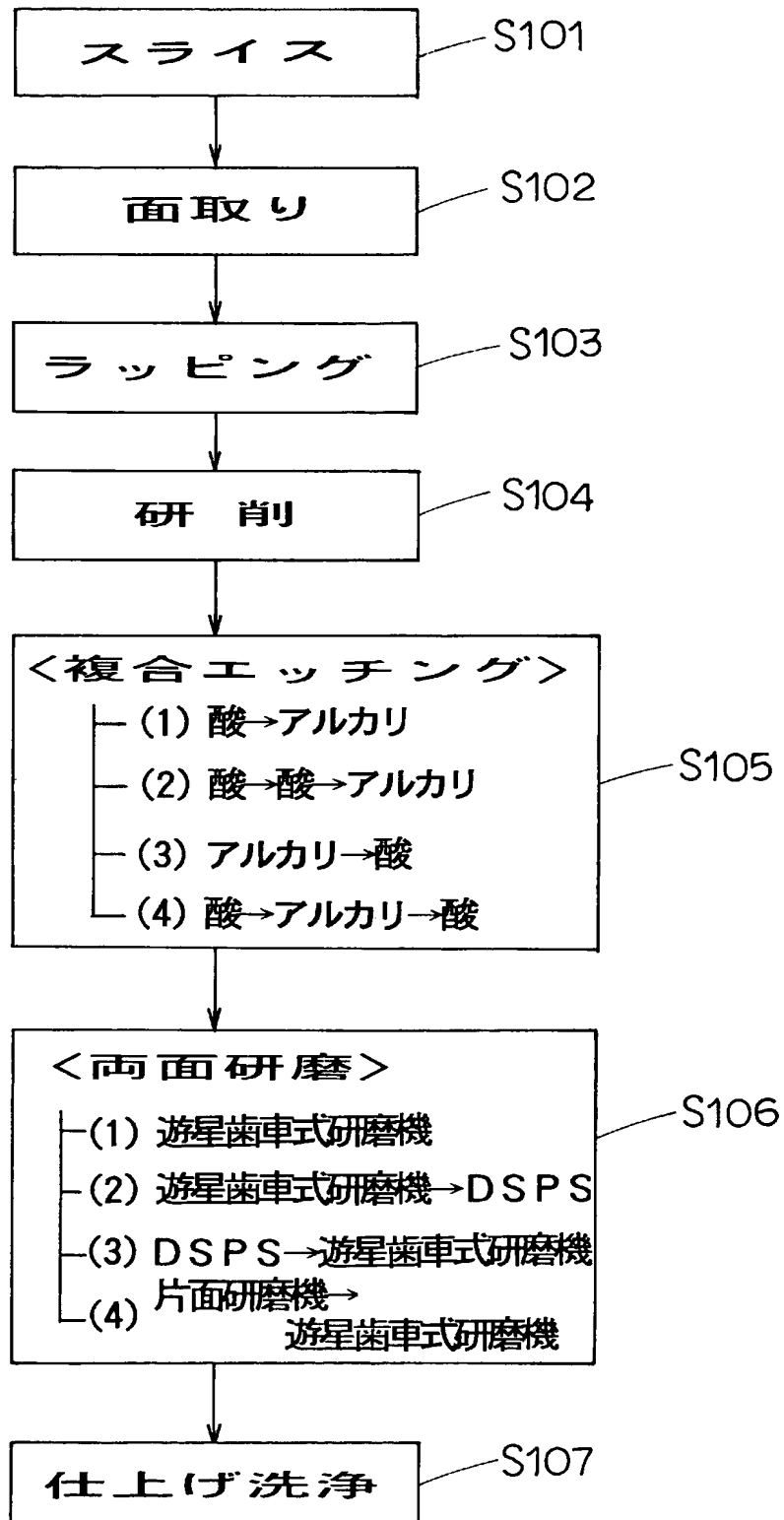
このように、エッチング工程として、酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で施す複合エッチングを採用したので、単なる酸エッチングまたはアルカリエッチングを施す場合よりもウェーハ表面の平坦度が高い片面鏡面ウェーハを製造することができる。

実際、無サンギヤ式両面研磨装置10による両面研磨後、シリコンウェーハWの表裏両面の光沢度を測定したところ、前記遊星歯車式両面研磨装置100を用いてシリコンウェーハWを両面研磨した場合と略同様の効果が得られた。

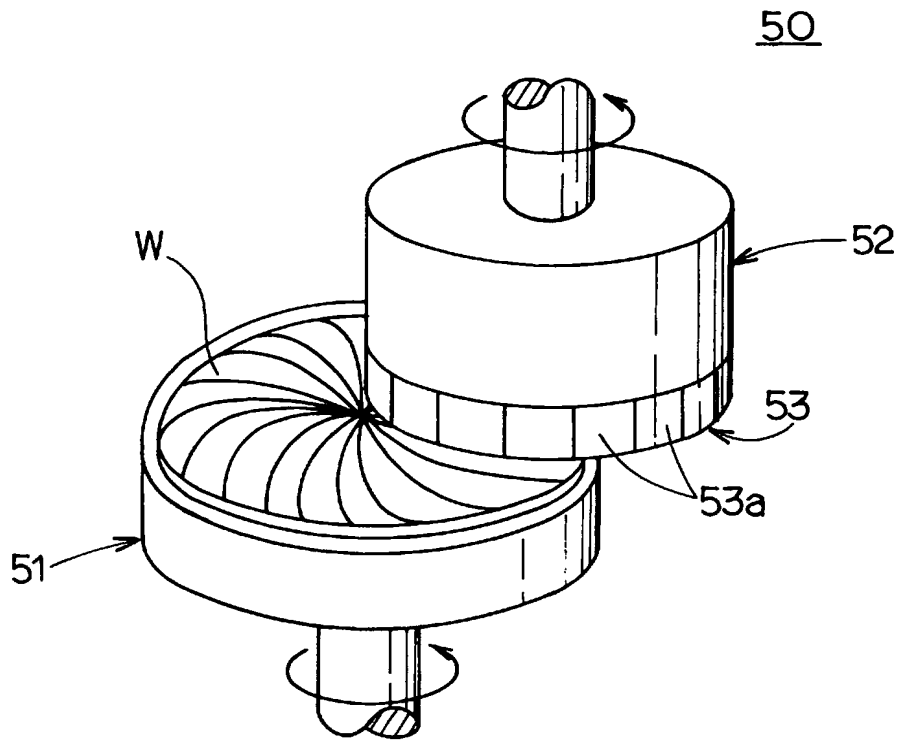
### 請求の範囲

- [1]      ラッピング後の半導体ウェーハの表面を研削する研削工程と、  
         この研削された半導体ウェーハをエッチングするエッチング工程と、  
         このエッチングされた半導体ウェーハの表面を鏡面研磨すると同時に、エッチング  
         された半導体ウェーハの裏面を軽く研磨する両面研磨工程とを備え、  
         前記エッチング工程が、酸エッチングとアルカリエッチングとを所定の順序で施す複  
         合エッチングである片面鏡面ウェーハの製造方法。
- [2]      前記複合エッチングでは、半導体ウェーハに対して、次の何れかのエッチングを施  
         す請求項1に記載の片面鏡面ウェーハの製造方法。
- (1) 半導体ウェーハを酸エッチング後、この半導体ウェーハにアルカリエッチングを  
         施す。
- (2) 半導体ウェーハに、第1の酸性エッチング液による第1の酸エッチングを行った  
         後、この半導体ウェーハに第2の酸性エッチング液を使用する第2の酸エッチングを  
         施し、次にこの半導体ウェーハにアルカリエッチングを施す。
- (3) 半導体ウェーハをアルカリエッチング後、この半導体ウェーハに酸エッチングを  
         施す。
- (4) 半導体ウェーハに第1の酸性エッチング液による第1の酸エッチングを行った後  
         、この半導体ウェーハにアルカリエッチングを施し、次にこの半導体ウェーハに第2の  
         酸性エッチング液による第2の酸エッチングを施す。

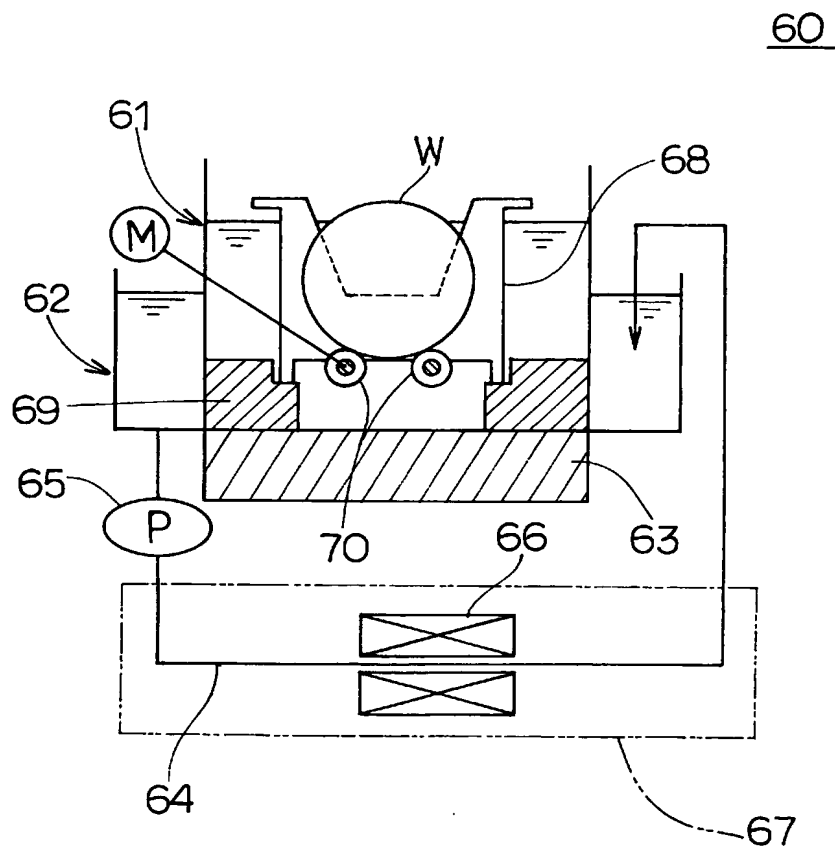
[図1]



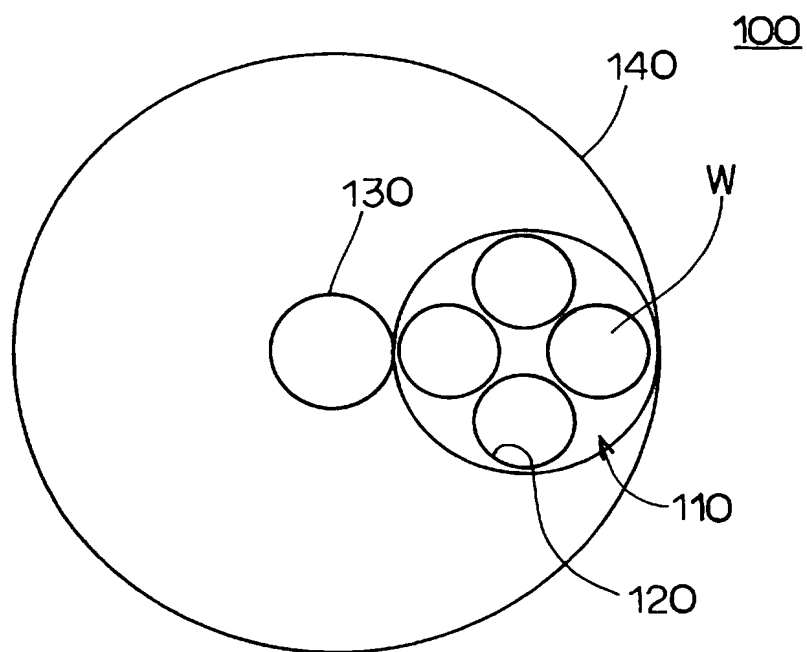
[図2]



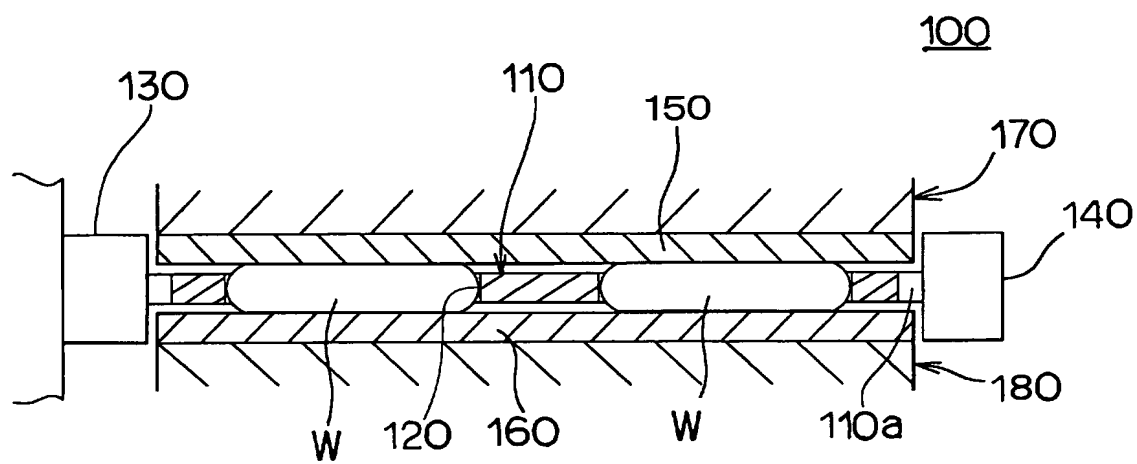
[図3]



[図4]



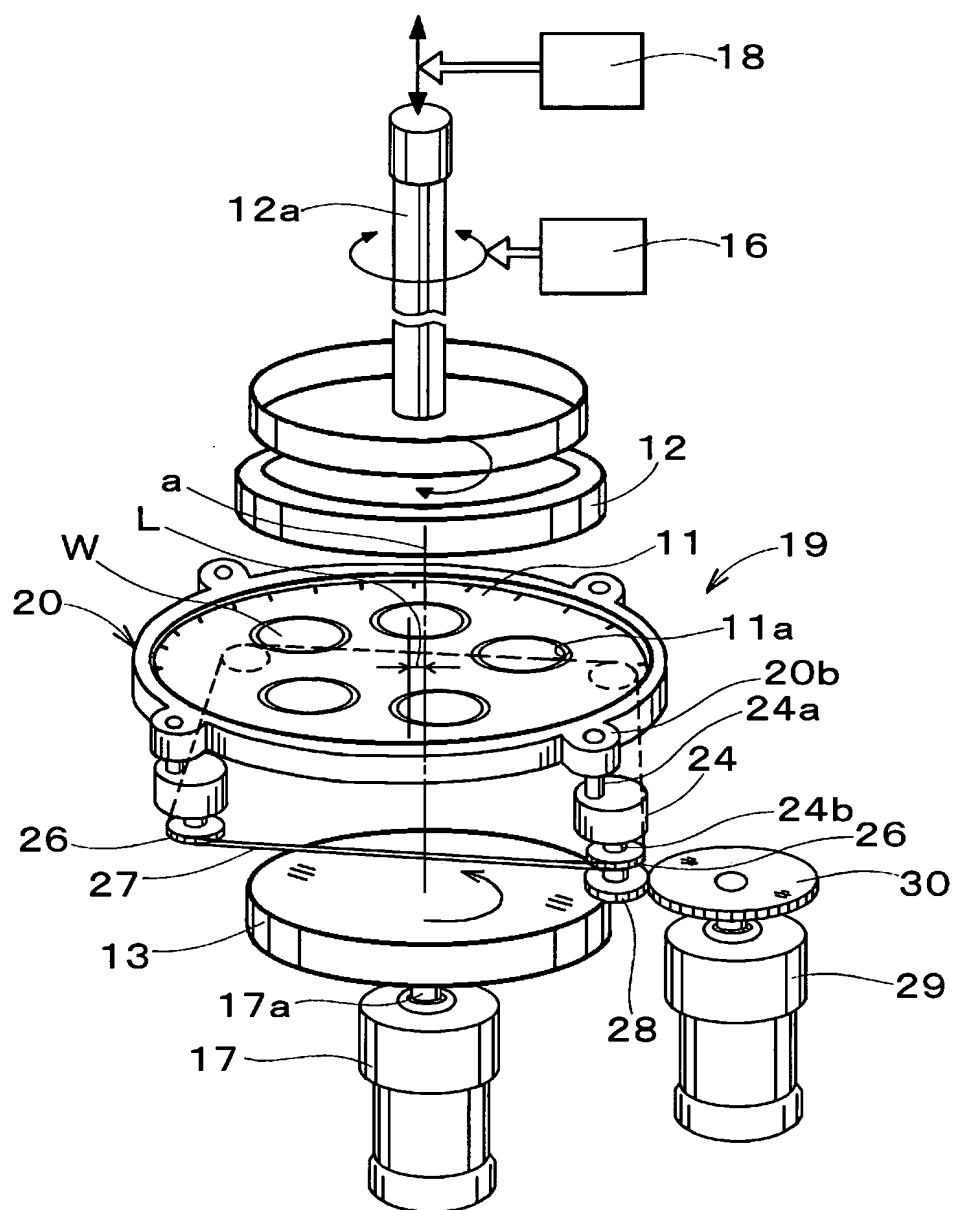
[図5]



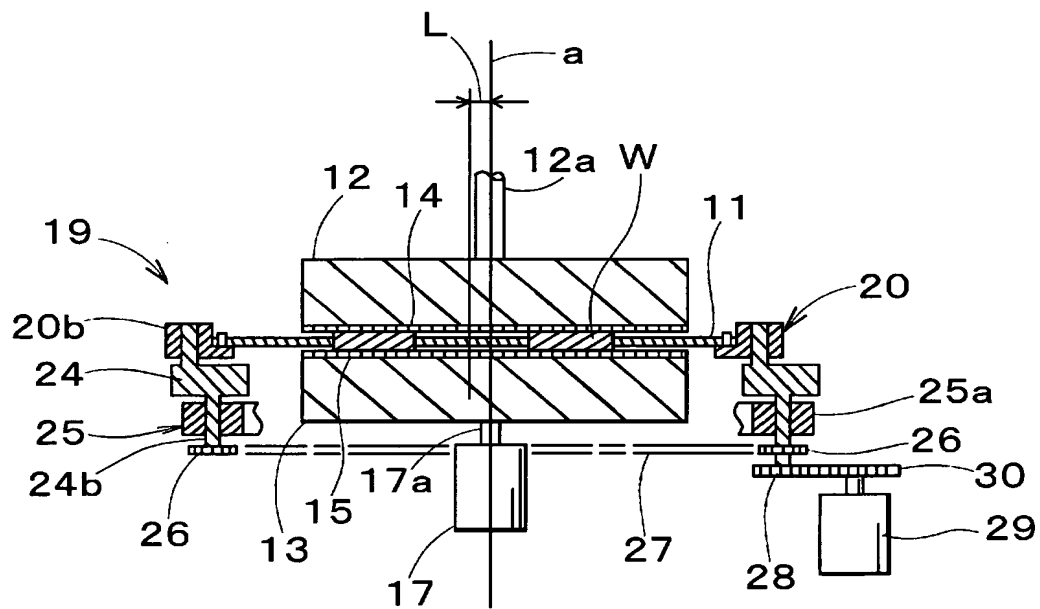


[図6]

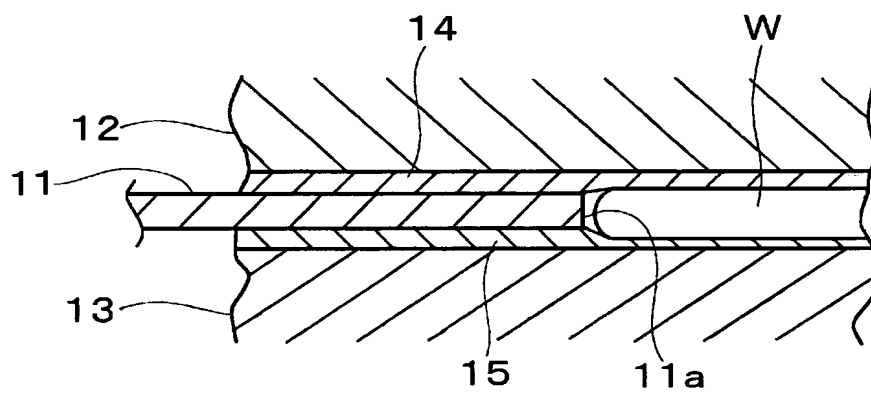
10



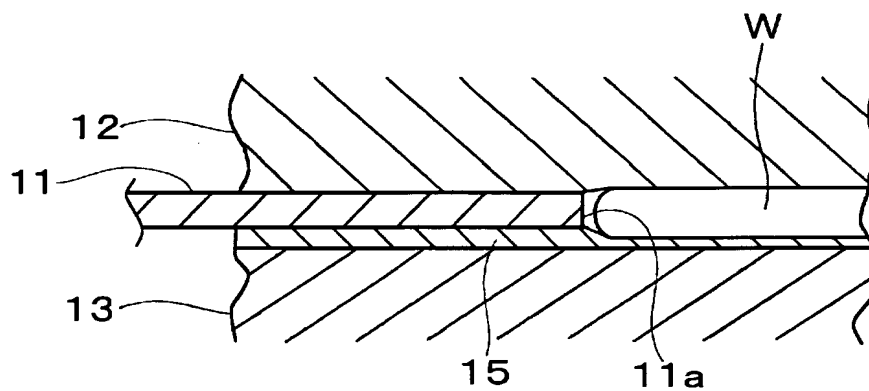
[図7]



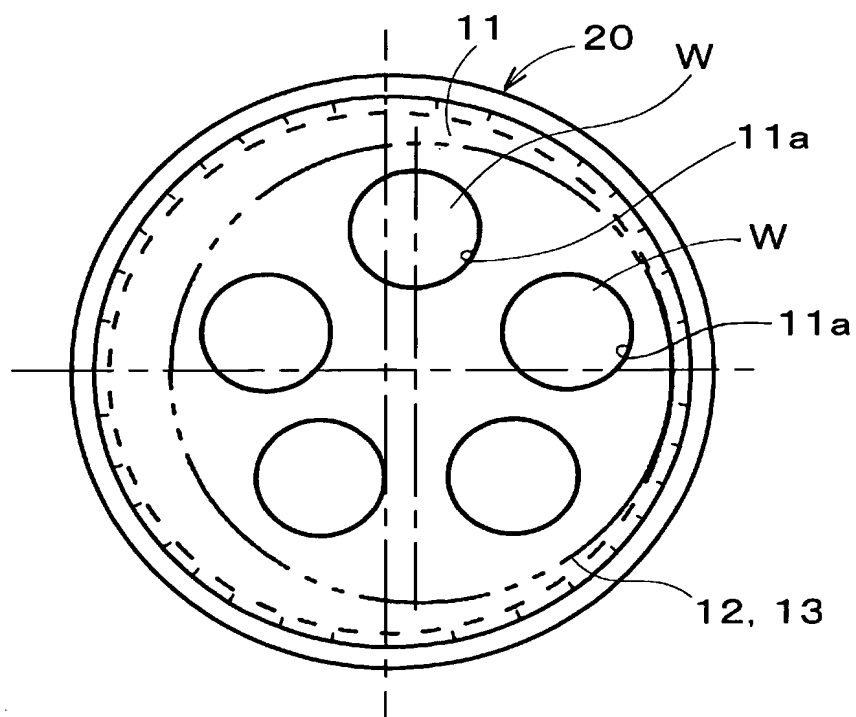
[図8]



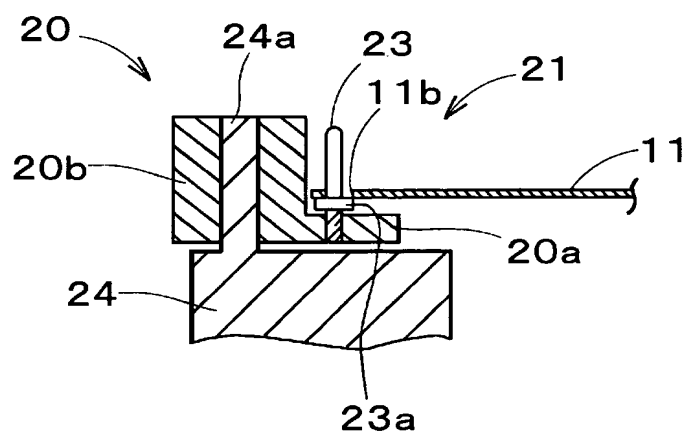
[図9]



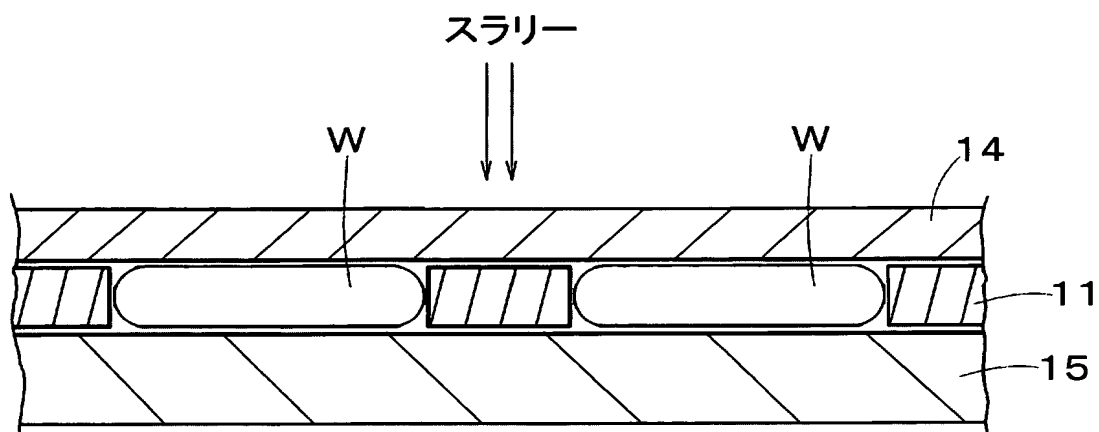
[図10]



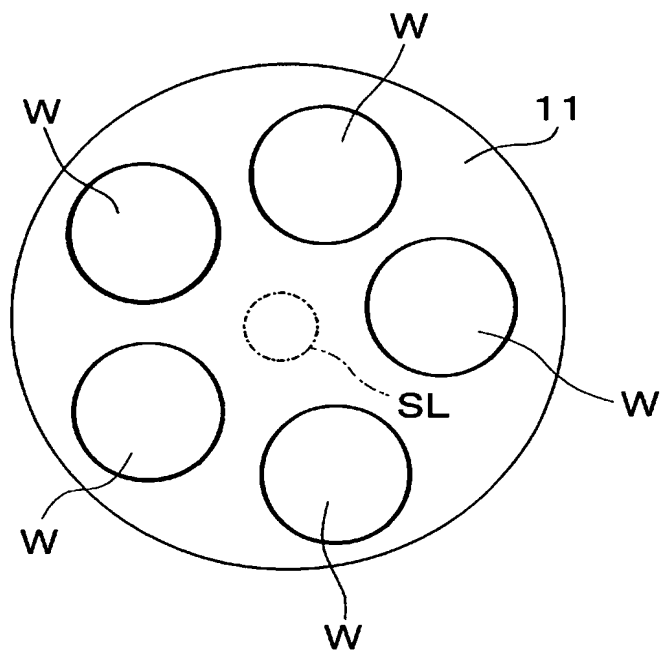
[図11]



[図12]



[図13]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018067

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/306, H01L21/308, H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/306, H01L21/308, H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-203823 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 19 July, 2002 (19.07.02), Full text; all drawings & US 2003/0171075 A1 & EP 1313135 A1 & WO 2002/001616 A1 & TW 514976 B	1, 2
Y	JP 2003-77875 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd.), 14 March, 2003 (14.03.03), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 February, 2005 (22.02.05)

Date of mailing of the international search report  
08 March, 2005 (08.03.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018067

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-92777 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 10 April, 1998 (10.04.98), Full text; all drawings & US 5899731 A	1,2
Y	JP 2003-203890 A (Sumitomo Mitsubishi Silicon Corp.), 18 July, 2003 (18.07.03), Full text; all drawings (Family: none)	1,2
Y	JP 10-135165 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; all drawings & US 6043156 A & TW 413861 B	1,2
Y	JP 10-135164 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; all drawings & US 5963821 A	1,2
Y	JP 2003-100701 A (Sumitomo Mitsubishi Silicon Corp.), 04 April, 2003 (04.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	2
A	JP 2002-25950 A (Mitsubishi Materials Silicon Corp.), 25 January, 2002 (25.01.02), Full text; all drawings & US 2003/0104698 A1 & WO 2001/082354 A1 & TW 507281 B	1,2

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/306, H01L21/308, H01L21/304

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/306, H01L21/308, H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-203823 A(信越半導体株式会社)2002.07.19, 全文, 全図 & US 2003/0171075 A1 & EP 1313135 A1 & WO 2002/001616 A1 & TW 514976 B	1, 2
Y	JP 2003-77875 A(東芝セラミックス株式会社)2003.03.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 10-92777 A(コマツ電子金属株式会社)1998.04.10, 全文, 全図 & US 5899731 A	1, 2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.02.2005

国際調査報告の発送日

08.3.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菅野 智子

4 R

9545

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-203890 A(三菱住友シリコン株式会社)2003. 07. 18, 全文, 全図(ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 10-135165 A(コマツ電子金属株式会社)1998. 05. 22, 全文, 全図 & US 6043156 A & TW 413861 B	1, 2
Y	JP 10-135164 A(コマツ電子金属株式会社)1998. 05. 22, 全文, 全図 & US 5963821 A	1, 2
Y	JP 2003-100701 A(三菱住友シリコン株式会社)2003. 04. 04, 全文, 全図(ファミリーなし)	2
A	JP 2002-25950 A(三菱マテリアルシリコン株式会社)2002. 01. 25, 全文, 全図 & US 2003/0104698 A1 & WO 2001/082354 A1 & TW 507281 B	1, 2